



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA NUMERO	102000900867333
Data Deposito	02/08/2000
Data Pubblicazione	02/02/2002

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	60	K		

Titolo

PROCEDIMENTO E SISTEMA DI CONTROLLO DELLA PROPULSIONE DI UN AUTOVEICOLO.

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Procedimento e sistema di controllo della propulsione di un autoveicolo"

Di: C.R.F. Società Consortile per Azioni, nazionalità italiana, Strada Torino 50, I-10043 Orbassano (Torino)

Inventori designati: Domenico MESITI, Giancarlo OSELLA, Attilio PORTA, Giovanni ELLENA, Massimo FOSSANETTI, Massimo LUPO

Depositata il: 2 agosto 2000

TO 2000A 000771

* * *

DESCRIZIONE

La presente invenzione riguarda un sistema di controllo della propulsione per un autoveicolo provvisto di

un motore a combustione interna;

una trasmissione includente un cambio di velocità provvisto di associati mezzi attuatori,

una macchina elettrica reversibile includente un rotore ed uno statore, interposta fra il motore a combustione interna e la trasmissione, ed atta ad operare selettivamente come generatore e come motore elettrico,

un primo ed un secondo innesto, selettivamente azionabili per controllare l'accoppiamento del ro-

tore della macchina elettrica con la trasmissione e, rispettivamente, con il motore a combustione interna;

mezzi sensori atti a fornire segnali elettrici indicativi di condizioni di funzionamento del veicolo, del motore a combustione interna e della macchina elettrica, e

mezzi di controllo predisposti per controllare il motore a combustione interna, la macchina elettrica, detti primo e secondo innesto, nonché i mezzi attuatori del cambio, secondo modalità prestabilite in funzione dei segnali forniti dai mezzi sensori;

detti mezzi di controllo essendo in particolare predisposti per attuare una funzione di stop-start, in cui in una fase di stop al verificarsi di prime condizioni prestabilite di funzionamento del veicolo il motore a combustione interna viene disaccoppiato dalla macchina elettrica e dalla trasmissione e viene spento, e poi in una successiva fase di start al verificarsi di seconde condizioni prestabilite di funzionamento del veicolo viene automaticamente riavviato mediante la macchina elettrica funzionante come motore e quindi riaccoppiato alla trasmissione.

Un sistema di controllo della propulsione di tale tipo è descritto nella precedente domanda di brevetto italiana TO2000A000107. Tale sistema di controllo è caratterizzato dal fatto che nella fase di start la macchina elettrica, funzionante come motore elettrico, viene accoppiata alla trasmissione mentre al cambio è inserita una marcia prestabilita (preferibilmente la prima) in modo tale per cui il veicolo viene inizialmente propulso dalla sola macchina elettrica. In condizioni di funzionamento prefissate, viene quindi attuato un cambio da tale marcia prestabilita ad una marcia superiore, preferibilmente la seconda, e durante tale cambio di marcia si realizza l'accoppiamento del motore a combustione interna alla macchina elettrica, operante come motore, per provocare l'avviamento del motore a combustione interna e l'accoppiamento quindi del motore a combustione interna alla trasmissione, cosicché al termine della fase di start il veicolo viene propulso dal motore a combustione interna ed eventualmente anche dalla macchina elettrica.

Tale sistema di controllo noto consente di sfruttare convenientemente i vantaggi della funzione di stop-start (riduzione dei consumi di carbu-

rante e delle emissioni di gas inquinanti), con un ridotto impatto sulla guidabilità del veicolo e sul comfort di guida.

La soluzione proposta nella suddetta domanda di brevetto italiana ha tuttavia un limite, rappresentato dalla ridotta coppia massima erogabile da parte della macchina elettrica nel funzionamento come motore. Tale limitazione si traduce in una limitazione dell'accelerazione possibile dell'auto-veicolo, in particolare in fase di start. Se durante una tale fase di start il guidatore, premendo a fondo il pedale acceleratore, di fatto richiede l'erogazione di una coppia elevata e dunque un'elevata accelerazione del veicolo, una tale richiesta non può essere soddisfatta se non dopo il suddetto cambio dalla marcia prestabilita alla marcia superiore. Ciò rappresenta evidentemente un inconveniente dal punto di vista della guidabilità del veicolo.

Per il vero a tale inconveniente si potrebbe almeno in parte ovviare ricorrendo ad una macchina elettrica di dimensioni e potenza maggiori, ovviamente corredata di un inverter e di una batteria di accumulatori di potenza corrispondentemente maggiore. Tale soluzione presenta peraltro pesi, ingombri

e costi superiori e di fatto non accettabili.

Uno scopo della presente invenzione è dunque di realizzare un sistema perfezionato di controllo della propulsione che consenta di ovviare agli inconvenienti sopra delineati dei sistemi secondo la tecnica anteriore, senza richiedere il ricorso ad una macchina elettrica (ed ai relativi accessori) di potenza e costo più elevati.

Questo ed altri scopi vengono realizzati secondo l'invenzione con un sistema di controllo della propulsione, le cui caratteristiche essenziali sono definite nell'annessa rivendicazione 1.

L'invenzione può configurarsi inoltre come un procedimento di controllo della propulsione di un autoveicolo, le cui caratteristiche salienti sono definite nelle rivendicazioni 5 e seguenti.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi dell'invenzione appariranno dalla descrizione dettagliata che segue, effettuata a puro titolo di esempio non limitativo, con riferimento ai disegni allegati, nei quali:

la figura 1 è una raffigurazione schematica di un sistema secondo l'invenzione; e

le figure 2a e 2b sono diagrammi che, in funzione del tempo t riportato in ascissa, mostrano

l'andamento di alcune grandezze in un sistema di controllo secondo l'invenzione.

Nella figura 1 è schematicamente e parzialmente illustrato un autoveicolo V provvisto di un motore a combustione interna 1, nonché di una trasmissione 2 includente un cambio di velocità 3 a rapporti discreti, in particolare un cambio ad ingranaggi.

Il cambio 3 è del tipo cosiddetto robotizzato o servoassistito, cioè è provvisto di dispositivi attuatori, ad esempio di tipo elettroidraulico, per il comando dell'inserimento/disinserimento delle marce.

L'autoveicolo V è provvisto inoltre di una macchina elettrica reversibile 4 includente un rotore 5 ed uno statore 6. Tale macchina elettrica 4 è interposta fra il motore a combustione interna 1 e la trasmissione 2, ed è atta ad operare selettivamente come generatore e come motore elettrico.

Con 7 ed 8 nella figura 1 sono indicati un primo ed un secondo innesto comandabili tramite rispettivi attuatori 9 e 10, ad esempio di tipo elettroidraulico, selettivamente azionabili per controllare l'accoppiamento del rotore 5 della macchina elettrica 4 con l'albero di ingresso 11 della

trasmissione e, rispettivamente, con l'albero 12 del motore a combustione interna 1.

Al sistema propulsore sopra descritto è associato un sistema di controllo complessivamente indicato con CS. Nella realizzazione esemplificativamente illustrata nella figura 1 il sistema di controllo CS comprende quattro unità elettroniche di controllo ECU1, ECU2, ECU3 e ECU4, interconnesse fra loro mediante una rete di comunicazione 13, operante ad esempio secondo il protocollo CAN.

L'unità di controllo ECU1 è essenzialmente un'unità che sovrintende alla gestione del motore a combustione interna 1. A tale unità sono connessi un sensore 14 di posizione, associato al pedale acceleratore P, un sensore 15 della velocità di rotazione dell'albero 12 del motore 1, nonché ulteriori sensori cumulativamente indicati con 16 nella figura 1, quali un sensore di velocità di avanzamento del veicolo, ecc..

L'unità di controllo ECU2 è destinata a controllare funzioni generali dell'autoveicolo e di coordinamento delle varie altre unità di controllo. A tale unità sono collegati (fra l'altro) un pannello di strumentazione 18, ubicato nella plancia porta-strumenti, un interruttore di on/off generale

19 azionabile ad esempio mediante una chiave 20, ed un commutatore 21 ad azionamento manuale per la selezione del funzionamento del sistema di propulsione con trazione ibrida e, selettivamente, con trazione puramente elettrica.

L'unità di controllo ECU3 è destinata a realizzare il controllo del cambio di velocità ed è collegata ai trasduttori di inserimento/disinserimento delle marce del cambio 3, cumulativamente indicati con 22 nel disegno, ad un dispositivo ad azionamento manuale per il comando del cambio di marcia, quale un cosiddetto joystick sensorizzato 23, sensori 31 e 32 atti a fornire segnali indicativi della velocità di rotazione (numero di giri nell'unità di tempo del rotore 5 della macchina elettrica 4 e, rispettivamente, dell'albero di ingresso 11 della trasmissione, nonché un eventuale sensore di posizione 33 atto a fornire segnali indicativi della posizione dell'attuatore 9 associato all'innesto a frizione 7 interposto fra la macchina elettrica 4 e la trasmissione 3.

All'unità di controllo ECU3 sono inoltre collegati altri sensori, complessivamente indicati con 24, quali sensori atti ad indicare il rapporto di velocità effettivamente inserito al cambio.

PROTEZIONE A FRIZIONE 70.1

L'unità di controllo ECU3 è inoltre collegata agli attuatori 9 e 12, rispettivamente associati agli innesti 7 ed 8. A tale unità ECU3 è inoltre collegato un selettore 30 ad azionamento manuale, azionabile dal guidatore del veicolo per rendere operativo un primo modo di funzionamento in cui l'unità ECU3 attua i cambi di marcia in conformità con i comandi impartiti con il dispositivo di selezione manuale 23, oppure un secondo modo operativo nel quale il cambio di marcia è gestito in modo del tutto automatico. In tale secondo modo operativo, il cambio di marcia viene comandato dall'unità ECU3 in modo automatico, sulla base delle condizioni operative del veicolo (segnali forniti dai sensori sopra descritti).

Infine, l'unità di controllo ECU4 sovrintende alla gestione della macchina elettrica 4. L'uscita di tale unità è collegata alla macchina elettrica 4 tramite una linea trifase 29. A tale unità ECU4 è collegata una batteria di alimentazione 28.

L'architettura del sistema di controllo CS ripartita in quattro unità è puramente esemplificativa. Come è evidente per gli esperti del settore, tutte le funzioni di tale sistema di controllo, ed in particolare quelle che verranno descritte nel

PRODOTTO E VERIFICATO

seguito, possono essere realizzate e gestite con un sistema di controllo avente architettura differente, al limite realizzato sotto forma di un'unica unità di controllo a microprocessore.

Il sistema di controllo CS è predisposto per controllare il funzionamento del motore a combustione interna 1, della macchina elettrica 4, degli innesti 7 ed 8, nonché dei dispositivi attuatori 22 per l'inserimento/disinserimento delle marce del cambio, secondo modalità prestabilite, in funzione dei segnali forniti dai sensori 14-16, 31-33 e, nel primo modo operativo precedentemente menzionato, dai sensori associati al dispositivo di selezione manuale 23.

In particolare, quando a mezzo del selettore 30 è stata prescelta la modalità di gestione automatica del cambio di marcia, il sistema di controllo CS è predisposto per attuare una funzione di stop-start finalizzato ad ottenere una riduzione dei consumi di carburante e delle emissioni di agenti inquinanti.

Tale funzione di stop-start prevede l'attuazione di una fase di stop in cui il motore a combustione interna 1 viene disaccoppiato dalla macchina elettrica e dalla trasmissione 2, mediante l'aper-

tura dell'innesto 8, in prime condizioni prestabilite di funzionamento del veicolo rilevate a mezzo dei sensori suddetti, ad esempio in condizione di rallentamento dell'autoveicolo nella marcia in coda od in vista della fermata ad un semaforo. Nella fase di stop il motore a combustione interna 1 viene spento, sotto il controllo dell'unità ECU1.

La fase di stop è seguita da una fase di start, avviata a seguito del verificarsi di condizioni prefissate, ad esempio di un comando impartito dal guidatore, quale l'azionamento del pedale acceleratore P.

Nella fase di start il motore a combustione interna 1, come meglio si descriverà nel seguito, viene riavviato mediante la macchina elettrica 4 funzionante come motore, e viene poi riaccoppiato alla trasmissione 2.

Il sistema di controllo CS è predisposto per determinare, nella parte iniziale della fase di start, l'attivazione della macchina elettrica 4 come motore elettrico mentre l'innesto 8 è aperto e l'innesto 7 è continuamente controllato in modo tale che esso trasmetta all'albero 11 una coppia. L'innesto 7 è in particolare controllato in modo tale che esso sia in grado di trasmettere, senza

ATTACCO A PIANO 10.3

slittamenti, una coppia leggermente superiore a quella effettivamente erogata dalla macchina 4, al fine di evitare inutili slittamenti e dissipazioni di energia. In tale condizione la macchina elettrica 4 è l'unico elemento propulsore dell'autoveicolo e la sua velocità di rotazione n_5 e la velocità n_{11} dell'albero 11 di ingresso della trasmissione coincidono. Con riferimento alla figura 2a, tale attivazione avviene ad un istante t_1 .

Tramite l'unità di controllo ECU1 il sistema di controllo CS sorveglia, nel corso della fase di start, il valore della coppia di trazione richiesta dal guidatore, corrispondente al grado di azionamento (posizione) del pedale acceleratore P. Non appena tale coppia richiesta raggiunge un valore di soglia predeterminato, corrispondente ad esempio ad un'accelerazione del veicolo di $1,5 \text{ m/s}^2$, il sistema CS tramite l'unità di controllo ECU3 e l'attuatore 9 mantiene l'innesto 7 in una condizione di apertura parziale controllata (istante t_2 nelle figure 2a e 2b), in modo tale da applicare all'albero di ingresso 11 della trasmissione una coppia uguale a detto valore di soglia, mentre alla macchina elettrica 4 viene richiesta la coppia massima che essa è in grado di erogare.

In tal modo viene garantita un'accelerazione essenzialmente costante del veicolo, corrispondente a detto valore di soglia di coppia, mentre la velocità di rotazione n_5 della macchina elettrica 4 viene svincolata da quella n_{11} dell'albero di ingresso 11 della trasmissione.

Non appena la velocità di rotazione n_5 della macchina elettrica supera una soglia prefissata, almeno uguale al numero di giri del motore a combustione interna 1 al regime di minimo, e non appena la differenza tra la velocità di rotazione n_5 della macchina elettrica e la velocità n_{11} dell'albero di ingresso della trasmissione ha superato un valore prefissato, l'unità di controllo ECU3 tramite l'attuatore 10 determina una prima chiusura dell'innesto 8. Di conseguenza, a partire da un istante indicato con t_3 nelle figure 2a e 2b, l'albero 12 del motore a combustione interna 1 viene trascinato in rotazione dalla macchina elettrica 4, in vista del suo avviamento.

L'innesto 7 continua ad essere controllato nel modo indicato in precedenza, in modo tale che, per effetto della coppia trasmessa, la velocità di rotazione n_{11} dell'albero di ingresso 11 della trasmissione continua a crescere pur rimanendo infe-

INTERVIEW WITH

La suddetta prima chiusura dell'innesto 8 ha preferibilmente una durata T calcolata in modo tale per cui il motore 1 nella fase di avviamento riesca a superare la prima fase di compressione. Dopo l'intervallo di tempo T , l'innesto 8 viene sostanzialmente riaperto, sino ad un istante indicato con t_4 nella figura 2b, fino a trasmettere il valore medio della coppia resistente del motore 1 in fase di avviamento. Tale sostanziale apertura dell'innesto 8 consente di "disaccoppiare" la velocità di rotazione n_{11} dell'albero di ingresso 11 della trasmissione 2 dalla velocità di rotazione del propulsore "visto" da tale albero attraverso gli innesti 7 ed 8, tale propulsore essendo rappresentato dal complesso della macchina elettrica 4 operante come motore e dal motore a combustione interna 1 avvia-

to.

A partire dall'istante t_4 , in cui il motore 1 viene riconosciuto come avviato, l'innesto 8 viene definitivamente richiuso, dapprima parzialmente e poi completamente.

La velocità di rotazione n_1 del motore a combustione interna 1 avviato e la velocità di rotazione n_5 del rotore 5 della macchina elettrica 4 divengono quindi uguali fra loro, mentre l'innesto 7 viene progressivamente chiuso attuando la restrizione della coppia di trazione e quindi anche la velocità di rotazione n_5 dell'albero nella macchina elettrica si porta al valore n_{11} dell'albero di ingresso 11 della trasmissione.

Il sistema di controllo CS tramite l'unità ECU4 interrompe il funzionamento della macchina elettrica 4 come motore non appena la coppia erogata dal motore a combustione interna 1 risulta adeguata a soddisfare la richiesta di coppia del guidatore, attuata premendo il pedale acceleratore P.

Con il sistema di controllo sopra descritto si evita che nel corso di una fase di start, a fronte di una repentina richiesta di un'elevata coppia di trazione da parte del guidatore, il veicolo patisca un "buco" di accelerazione che viene negativamente

percepito dal guidatore. Ciò viene in particolare ottenuto attraverso l'apertura controllata degli innesti nella fase di start.

Naturalmente, fermo restando il principio del trovato, le forme di attuazione ed i particolari di realizzazione potranno essere ampiamente variati rispetto a quanto è stato descritto ed illustrato a puro titolo di esempio non limitativo, senza per questo uscire dall'ambito dell'invenzione come definito nelle annesse rivendicazioni.

REGISTRATO E PUBBLICATO

RIVENDICAZIONI

1. Sistema di controllo della propulsione per un autoveicolo (V) provvisto di

un motore a combustione interna (1);

una trasmissione (2) includente un cambio di velocità (3), provvisto di associati mezzi attuatori (22);

una macchina elettrica reversibile (4) includente un rotore (5) ed uno statore (6), interposta fra il motore a combustione interna (1) e la trasmissione (2), ed atta ad operare come generatore e come motore elettrico;

un primo ed un secondo innesto (7, 8), selettivamente azionabili per controllare l'accoppiamento del rotore (5) della macchina elettrica (4) con la trasmissione (2) e, rispettivamente, con il motore a combustione interna (1);

mezzi sensori (14-16, 24, 31-33) atti a fornire segnali elettrici indicativi di condizioni di funzionamento del veicolo (V), del motore a combustione interna (1) e della macchina elettrica (4),
e

mezzi di controllo (CS) atti a controllare il motore a combustione interna (1), la macchina elettrica (4), detti primo e secondo innesto (7, 8),

ACQUISTO A PERMANENZA

nonché i mezzi attuatori del cambio (22), secondo modalità prestabilite in funzione dei segnali forniti dai mezzi sensori;

detti mezzi di controllo (CS) essendo in particolare predisposti per attuare una funzione di stop-start, in cui in una fase di stop il motore a combustione interna (1) viene disaccoppiato dalla macchina elettrica (4) e dalla trasmissione (2) e viene spento in prime condizioni prestabilite di funzionamento del veicolo (V), e poi a seguito del verificarsi di seconde condizioni di funzionamento, quale un comando impartito dal guidatore, in una successiva fase di start viene automaticamente riavviato mediante la macchina elettrica (4) funzionante come motore, e quindi viene riaccoppiato alla trasmissione (2);

il sistema essendo caratterizzato dal fatto che detti mezzi di controllo (CS) sono predisposti per determinare nella fase di start:

l'attivazione della macchina elettrica (4), come motore, mentre il secondo innesto (8) è essenzialmente aperto e detto primo innesto (7) viene chiuso in modo controllato per determinare un trascinamento della trasmissione (2) da parte della macchina elettrica (4);

la sorveglianza della coppia di trazione richiesta corrispondente al grado di azionamento del pedale acceleratore (P) e, quando detta coppia raggiunge un valore di soglia predeterminato:

- un'apertura parziale di detto primo innesto (7), controllata in modo tale per cui alla trasmissione (2) continui ad essere applicata una coppia pari a detto valore di soglia mentre alla macchina elettrica (4) viene fatta erogare essenzialmente la sua coppia massima; e

- una (prima) chiusura del secondo innesto (8) non appena la velocità di rotazione (n_5) della macchina elettrica (4) supera una soglia prefissata, in modo tale da trascinare in rotazione il motore a combustione interna (1) in vista del suo avviamento tramite la macchina elettrica (4).

2. Sistema secondo la rivendicazione 1, in cui detti mezzi di controllo (CS) sono predisposti per determinare detta prima chiusura del secondo innesto (8) quando la differenza fra la velocità di rotazione (n_5) della macchina elettrica (4) e la velocità di rotazione (n_{11}) dell'albero di ingresso (11) della trasmissione (2) supera un valore prestabilito.

3. Sistema secondo la rivendicazione 1 o 2, in

BREVETTO N. 1.234.567

cui detta prima chiusura del secondo innesto (8) ha una durata (T) predeterminata, dopo la quale detto secondo innesto (8) viene sostanzialmente riaperto e poi definitivamente richiuso.

4. Sistema secondo la rivendicazione 3, in cui successivamente alla richiusura definitiva del secondo innesto (8) viene progressivamente richiuso anche il primo innesto (7).

5. Procedimento di controllo della propulsione in un autoveicolo provvisto di

un motore a combustione interna (1),

una trasmissione (2) includente un cambio di velocità (3), provvisto di mezzi attuatori (22);

una macchina elettrica reversibile (4) includente un rotore (5) ed uno statore (6), interposta fra il motore a combustione interna (1) e la trasmissione (2) ed atta ad operare selettivamente come generatore e come motore elettrico,

un primo ed un secondo innesto (7, 8) selettivamente azionabili per controllare l'accoppiamento del rotore (5) della macchina elettrica (4) con la trasmissione (2) e rispettivamente, con il motore a combustione (1);

il procedimento comprendendo l'attuazione di una funzione di stop-start, includente

una fase di stop in cui il motore a combustione interna (1) viene disaccoppiato dalla macchina elettrica (4) e dalla trasmissione (2) e viene spento, e

una successiva fase di start in cui il motore a combustione interna (1) viene riavviato mediante la macchina elettrica (4) operante come motore e viene quindi riaccoppiato alla trasmissione (2);

il procedimento essendo caratterizzato dal fatto che in detta fase di start

la macchina elettrica (4) viene avviata come motore mentre il secondo innesto (8) è essenzialmente aperto e il primo innesto (7) viene chiuso in modo controllato per determinare un trascinamento della trasmissione (2) da parte della macchina elettrica (4);

viene sorvegliata la coppia di trazione richiesta corrispondente al grado di azionamento del pedale acceleratore (P) dell'autoveicolo, e quando detta coppia raggiunge un valore di soglia predeterminato:

- viene provocata un'apertura parziale di detto primo innesto (7), controllata in modo tale per cui alla trasmissione (2) continui ad essere applicata una coppia pari a detto valore di soglia mentre al-

la macchina elettrica (4) viene fatta erogare essenzialmente la sua coppia massima; e

- viene attuata una (prima) chiusura del secondo innesto (8) non appena la velocità di rotazione (n_5) della macchina elettrica (4) supera una soglia prefissata, in modo tale da trascinare in rotazione il motore a combustione interna (1) in vista del suo avviamento tramite la macchina elettrica (4).

6. Procedimento secondo la rivendicazione 5, in cui detta (prima) chiusura del secondo innesto (8) viene comandata quando la differenza tra la velocità di rotazione (n_5) della macchina elettrica (4) e la velocità di rotazione (n_{11}) dell'albero di ingresso (11) della trasmissione, supera un valore prestabilito.

7. Procedimento secondo la rivendicazione 5 o 6, in cui detta prima chiusura del secondo innesto (8) ha una durata predeterminata (T), e poi detto secondo innesto (8) viene sostanzialmente riaperto e poi definitivamente richiuso.

8. Procedimento secondo la rivendicazione 7, in cui successivamente alla richiusura definitiva del secondo innesto (8) viene progressivamente richiuso anche il primo innesto (7).

Il tutto sostanzialmente come descritto ed il-

lustrato, e per gli scopi specificati.

PER INCARICO

Dott. Francesco SERNA
N. iscriz. ALBO 90
(in proprio e per gli altri)



MODULO 4 PER ALBO 90



[Handwritten signature]

FIG. 2a

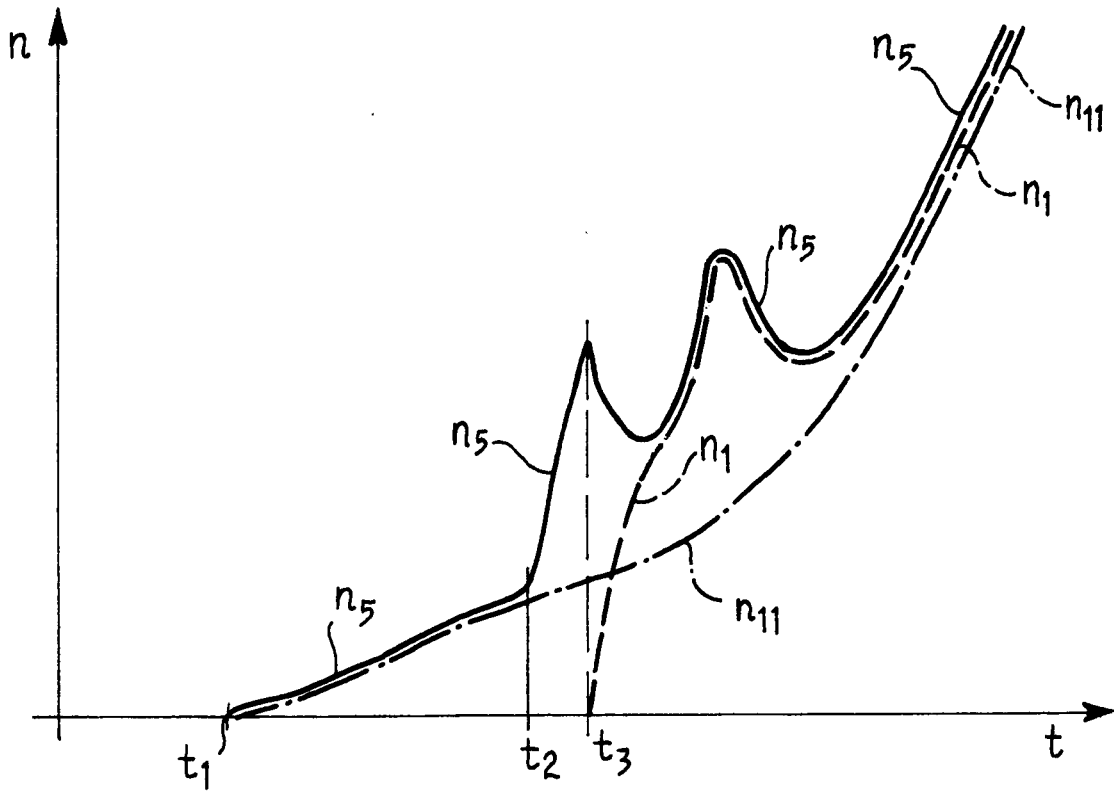
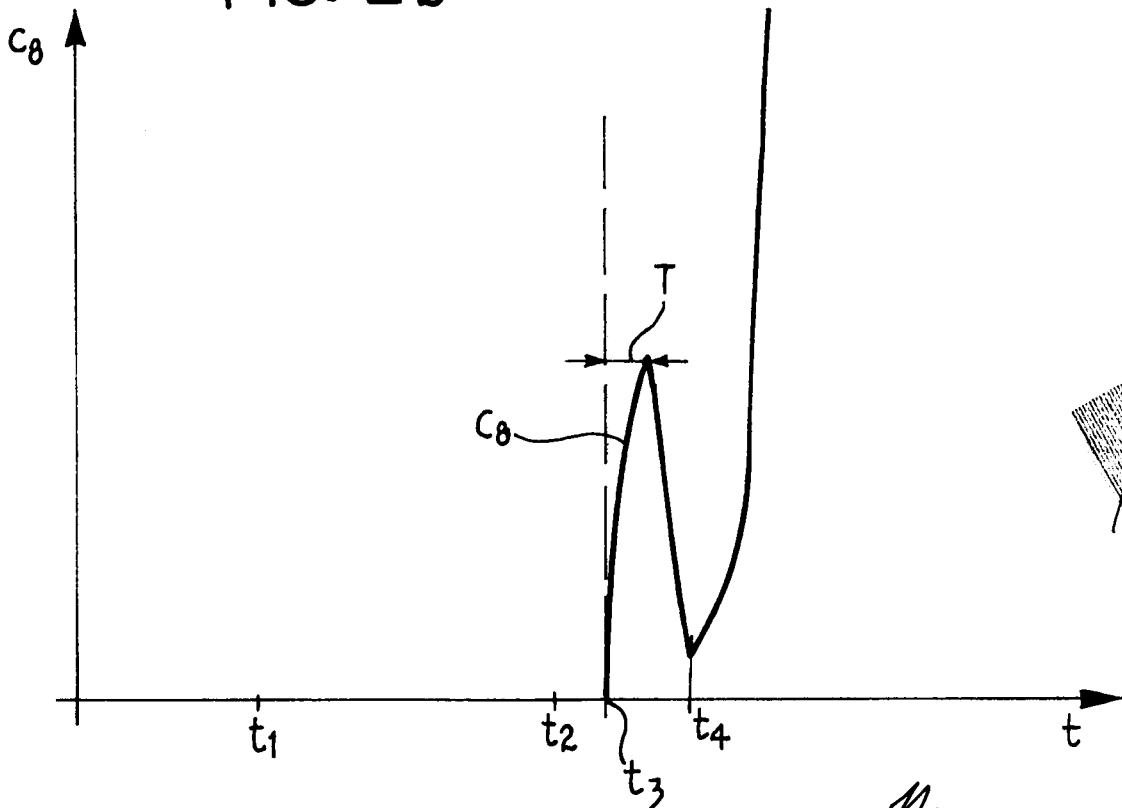


FIG. 2b



C.C.I.A.A.
Torino

[Signature]
Dott. Francesco SERRA
N. Iscriz. ALBO 90
... proprio e per gli altri

Per incarico di: C.R.F. SOCIETA' CONSORTILE PER AZIONI